

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problems Mailbox.**

408/17

PUB-NO: JP403245908A  
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 03245908 A  
TITLE: TWIST DRILL AND MANUFACTURE THEREOF

PUBN-DATE: November 1, 1991

INVENTOR-INFORMATION:  
NAME

COUNTRY  
ARAI, KUNIO  
KANETANI, YASUHIKO

US-CL-CURRENT: 408/199  
INT-CL (IPC): B23B 51/00; B24B 3/24; B24B 19/04

ABSTRACT:

PURPOSE: To improve the reliability for a step worked hole by setting the optimum cut-in quantity in the initial time to 4-6 times of the twist drill diameter, 2-3 times in the second cut-in quantity, and 1.5-3 times in the third cut-in quantity and the succeeding, and making the core thickness small on the top edge side and large on the root side, and determining the shape of the twist drill top edge.

CONSTITUTION: As for a twist drill 3 for printed circuit board which carries out drilling, removing chips by blowing air at a high speed to the twist drill, the core thickness is made small on the top edge side and made large on the root side. The core thickness at the top edge is 10-25% of the twist drill diameter, groove width ratio is 1.2-2.2, top edge angle is 118-135°, cutter second angle is 15-20°, third angle is 25-30°, and a twist angle is 20-35°, and the groove sectional area at the taper end is 20% or less of the body sectional area, and a part free from groove is formed between the groove terminal edge and the body terminal edge, and the body length is set at a substrate plate thickness +. The twist drill diameter is 0.3-0.5mm, body length is 6.4-7.1mm, top edge side twist angle is 24-35°, and 20-24° at the groove terminal edge part of the root. The initial cut-in quantity is made about five times of the twist drill

diameter, about 2.5 times in the second cut-in quantity, and about two times in the third cut-in quantity. Accordingly, the twist drill free from breakage and having the superior hole position and quality can be obtained.

COPYRIGHT: (C)1991,JPO&Japio

## ⑫ 公開特許公報(A) 平3-245908

⑤Int.Cl.<sup>5</sup>B 23 B 51/00  
B 24 B 3/24  
19/04

識別記号

Z

庁内整理番号

7528-3C  
8813-3C  
6581-3C

⑬公開 平成3年(1991)11月1日

審査請求 未請求 請求項の数 11 (全11頁)

⑭発明の名称 ドリル及びドリルの製造方法

⑮特 願 平2-39317

⑯出 願 平2(1990)2月20日

⑰発明者 荒井 邦夫 神奈川県海老名市上今泉2100番地 日立精工株式会社内  
 ⑱発明者 金谷 保彦 神奈川県海老名市上今泉2100番地 日立精工株式会社内  
 ⑲出願人 日立精工株式会社 神奈川県海老名市上今泉2100番地  
 ⑳代理人 弁理士 小林 保

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

ドリル及びドリルの製造方法

## 2. 特許請求の範囲

(1)高速スピンドルでドリルを把持して高速で回転させながら前記ドリルに高速のエアを吹きつけて加工中の切粉をとり除きながら穴明するプリント基板穴明加工に使用するドリルであって、芯厚が先端側で小さく、根本側で大きいことを特徴とする高アスペクト比穴加工用のドリル。

(2)請求項(1)記載のドリルの先端の芯厚がドリル直径の10～25%、溝巾比が1.2～2.2、先端角が118°～135°、切刃2番角が15°～20°、3番角が25°～30°、ねじれ角が20°～35°でありテーパエンドに相当する部分の溝断面積がボディ断面積の20%以下、かつ、溝終端とボディ終端との間に溝のない部分を設け、ボディ長が基板厚+(1.5mm～2.3mm)であることを特徴とするドリル。

(3)請求項(2)記載のドリル直径が0.3mm～0.

5mmであり、ボディ長が6.4mm～7.1mmのドリル。

(4)請求項(1),(2),(3)記載のドリルねじれ角がドリルの先端側で大きく根本側で小さく連続的に変化することを特徴とする高アスペクト比穴加工用のドリル。

(5)請求項(4)記載のドリルの先端側ねじれ角が24°～35°、根本の溝終端部で20°～24°であるドリル。

(6)請求項(1),(2),(3)記載のドリルの芯厚の変化が直線テーパの他に複数のテーパを複合したもの、連続的に変化したもの、またこれらを組合わせたものであることを特徴とする高アスペクト比穴加工用のドリル。

(7)請求項(1),(2),(3)記載のドリルの溝の断面形状が、ほぼ円弧形状か先端加工後の正面形状に近似した形状であることを特徴とする高アスペクト比穴加工用のドリル。

(8)請求項(4),(5)記載のドリルにおいて、連続的にねじれ角を変化させる手段として、円板式のド

リル溝研削砥石の角度と研削時のドリルの回転送り角に対して、研削時のドリルの軸方向の送りを連続的に変えるドリルの製造方法。

(9)請求項(8)記載のドリルの製造方法において、ドリルの軸方向の送りの連続的変化が

$y = ax$      $y = ax^n$     であるドリルの製造方法。

(10)請求項(6)記載のドリルにおいて連続的に芯厚を変化させる手段として、研削時のドリルの回転角度及びドリルの軸方向送りに対して内板式のドリルの研削砥石位置をドリルの軸芯に対して変えるドリルの製造方法。

(11)請求項(10)記載のドリルの製造方法においてドリルの研削砥石位置の連続的変化が

$y = bx^n$      $y = bx^{\frac{1}{n}}$     であるドリルの製造方法。

### 3.発明の詳細な説明

#### [産業上の利用分野]

本発明は基板の穴明に用いる高アスペクト用ステップ加工に最適なドリル及びその製造方法に関

21内部に吹き出させることによりドリル3に当るエアの流速を高め強制的にドリル3を冷却しながら溝に硬く詰った切粉を確実に除去する。同時に穴明部から排出される切粉をもスムーズに除去するようにしたものである。

一般に穴明加工において、切粉はアスペクト比が8以上になるとドリル溝から排出されにくくなる。そして、切粉の流れが悪くなると、切粉がドリルの溝内にたまり、さらにドリル先端で発生する切粉が押し込まれることにより、溝内で硬く詰る。すると、加工された穴の内面と切粉が接触し、第18図に示すように、負荷の増加位置で穴内壁粗さが大きくなりスミアの発生も多くなった。

また切粉詰りによってドリルのスラスト負荷が増加しドリルが穴の途中で曲げられ、基板の裏側の穴位置精度が悪くなったり、座屈してドリル折れを起すことがあった。

第14図に示すステップ加工方法はこれら切粉詰りの解消を目的にしたもので、1つの穴を切粉

する。

#### [従来の技術]

従来の基板の穴明装置の穴明部は第17図に示すように高速で回転するスピンドル10でドリル3を把持し、前記ドリル3の周辺をパッド21で押えて穴明していた。そして前記パッド21の先端面には放射状に溝23を形成し、かつパッド21を兼用バキューム装置(図示せず)で低圧化して外部との圧力差により前述の溝から外気を流入させて外気の流入による気流によって、穴明によって生じた切粉を兼用していた。しかし、バキューム方式では前述の外部との圧力差は最大でも1気圧であり、必ずしも兼用に必要な流速が得られず、特にドリル3の溝に硬く詰った切粉は除去されない。このため加工された穴の内壁面の粗さが大きくなりスミアが発生し穴内面の品質が低下した。

第15図に示すエアジェット方法は前述したドリル3の溝の切粉残りの解消を目的に考案されたものでパッド21に高圧のエアを導いてパッド

詰りを起さない切込量で連続的に何回かに分けて穴明し、毎回ドリル溝に詰った切粉をスムーズに除去しながら穴明できるように工夫してる。

第19図～第21図は従来の穴明機に使用されていた高アスペクト用ドリルで次のような形状をしていた。

例えば、直径0.4mmのドリルでは芯厚をドリル径の約15%、溝巾比を約2.0、芯厚テーパを1.5~2.0/100、ねじれ角を30°、35°、材質K30のような仕様で形成されていたが、その長さは一定に形成されているため、ポディ長、フルート長は基板の板厚に対して長すぎたりまた短すぎたりした。また、切粉詰まりを起さないように第21図のように外周に逃げを0.05mm(通常の2倍)とったものがあった。このため、ドリルの強度が低下してドリル折れが多くなったり、穴位置精度、穴品質を低下させることがあった。

このようなドリルをステップ加工に使用した場合、ドリル断面2次モーメントの分布が第19図

のモデル図のように先端側と根本側とで差が少ないため、穴明けのテーブル位置決め後の残留振動、スピンドルの揺れ、ドリルポイント他の製作誤差、当板及び基板表面の凹凸、基板のガラス繊維束の切削抵抗、またドリル溝が切粉詰り状態で回転した場合の遠心力等によるフジアル方法荷重が矢印方向にかかった場合、B部で図のようにまげられる。そして、ドリル先端のたわみ $\gamma$ はB部の最小断面2次モーメントの大きさ及びB部の数に反比例する。つまり、同一長さのドリルではB部の最小断面2次モーメントが小さいほど、またB部の数が多いほどたわみ $\gamma$ は大きくなる。そして、 $\gamma$ が弾性限界を超えた場合、永久歪が起り、ドリルが根本で曲った。このため、このようなドリルで板厚0.7mmの基板を3枚重ねて加工した場合、基板表面の穴位置精度が悪くなるだけでなく3枚目の穴位置ずれが大きくなるために、穴が導体ランドからはみ出して導通不良の原因になった。

また、最初の切込工程であけた穴の入口が2度

く、加工品の歩留りが悪く、かつ生産性が悪いなどの問題があった。

本発明の目的はドリルの形状を最適化し前記問題を解決することにある。

#### 〔課題を解決するための手段〕

前記目的を解決するために、ステップ加工でのドリルの先端形状と途中の溝形状を最適化した。

#### 〔作用〕

最初の最適切込量をドリル径Dの4～6倍、2番目の最適切込量を2～3倍、3番目以降の最適切込量を1.5～3倍に決めてから、ドリルの芯厚、溝巾比、先端角、切刃2番角、3番角、溝ねじれ角からドリルの先端形状を決め、溝断面積から途中及び終端の芯厚を決めた。

そして、ドリルの芯厚を先端側で小さく、根本側で大きくして、ドリル先端のたわみ $\gamma$ をできるだけ小さくした。

また、前述のドリルに最適な外周逃げ及びボディ長を決め前述の効果を一層高めた。

これにより3枚重ねの基板をステップ加工で加

目以降の切込工程できずつけられるなどの問題があり実用化できなかった。

第7図D、Eは前述のドリルのドリル先端の曲げ負荷とたわみとの関係を示す。

第8図D、Eは同上ドリルで基板を3枚重ねて穴明した場合の3枚目の穴位置精度を示す。

さらに、ドリルの強度マージンが小さいため、厚い内層Cu箔を加工する際に切込量及び切込速度を増やすとドリルが折れ易く、また、前述のようにドリルが曲げられた状態で回転した場合、ドリルの外周と穴壁面との間で摩擦力が生じ、ドリルが途中で掘り破壊し易いだけでなく、穴の内壁粗さが大きくなり、加工部の温度が上がるため内層Cu箔上にスミアが発生するなど穴品質向上の問題があった。

#### 〔発明が解決しようとする課題〕

従来の小径高アスペクト穴加工用のドリルは前述のようなドリル形状とドリル折れ、穴位置精度、穴品質及び加工速度などとの要因について殆ど配慮されていなかったため、穴明けの信頼性が低

工した場合の3枚目の穴位置精度を向上し、穴の導体ランドからの噴出しをなくした。また、ドリル折れをなくした。さらに、穴入口の傷の発生、穴内壁粗さ及び内層Cu箔上のスミアの発生などを解決して3枚重ね加工を実現した。

#### 〔実施例〕

以下本発明の1実施例について説明する。

第13図は、本発明のドリルを適用する装置の1例を示すもので、両図において101は穴明装置のベッド、102はテーブルでベッド101に矢印X方向に移動可能に支持されている。

103はコラムベッド101にテーブル102をまたぐように固定されている。104はスピンドルキャリアジでコラム103に矢印Y方向に移動可能に支持されている。105は加工ヘッドでスピンドルキャリアジ104に矢印Z方向に移動可能に支持されており、ドリル108を把持してテーブル102上のプリント基板109を加工するスピンドル106が固定されている。

107は加工ヘッド105にZ方向に移動可能に

支持されたプレシャフットである。

穴明工程では先ずテーブル102、スピンドルキャリア104が移動してスピンドル106のドリル108がプリント基板109に対して位置決めされると、加工ヘッド105が加工してプレシャフット107がプリント基板109を押える。以後第14図に示すステップ加工工程図に従って最初の切込位置M、まで穴明される。次に工程④でドリルが穴の外にφだけ引き出され切粉がふり払われた後改めて2番目の切込位置M、まで穴明され、以後切込位置Bを経て⑤で一工程が終了する。

第15図はエアジェット方式のプレシャフット16による切粉の排出状況を示す。高圧のエアをドリル3の回転方向CWと反対方向から吹きつけドリル溝に沿った高速の空気の流れによって第16図に示すように穴明中の切粉の排出効果を高め、かつ第16図に示すようにドリル3が穴から引き出された場合ドリル溝に詰った切粉を確実に除去する効果がある。

に増したことによって最小断面2次モーメント部Bと最大断面2次モーメント部Aの強度、合成が増すので矢印方向の力が加わってもたわみは小さい。また、各切込量を制約したことによって途中から溝の断面積が小さくなくても各ストロークでの穴明中及びドリルが穴から引き出された場合の切粉の排出は第6図に示すように確実に行われる。

第7図Aは前述の本発明のドリルのドリル先端の曲げ負荷とたわみの関係を示す。

第8図Aは同上ドリルで基板を3枚重ねて穴明した場合の3枚目の穴位置精度と加工穴数の関係を示す。

前述の例では、溝形状をストレートの芯厚テーパとして決めたが、第9図のように複数のテーパを複合したもの、また、製作時にドリルの回転送り角度及び軸方向送りに対して円板式のドリルの研削砥石位置をドリルの軸心に対して

$$y = ax^n + b, \quad Y = ax^{\frac{1}{n}} + b$$

のようにコントロールして第10図のように先端

第1図～第4図は、本発明の高アスペクト比穴加工用ドリルの1例の詳細を示す。

即ち、ドリル径が0.4mm、芯厚がドリル直径の15%、溝巾比が2.0、先端角が130°、切刃2番角が20°、3番角が30°、ねじれ角が32°、ボディ長6.5mm、外径逃げ0.025mm、材質がK20又はK10材、ボディエンドから溝終端部までの間に長さ0.25mmの溝のない部分を設け、テーパエンドに相当する部分の溝断面積がボディ断面積の約20%となる芯厚テーパとした。

前記ドリルでステップ加工方法で板厚1.6mmの基板を3枚重ねて加工する場合、最初の切込量をドリル径0.4mmの約5倍の2mm、2場目の切込量を約2.5倍の1mm、3番目以降の切込量を約2倍の0.8mmにすればドリル折れがなく穴位置精度及び穴品質の良好な穴明結果が得られる。

即ち、上記ドリルは第5図のモデル図に示すように芯厚を先端側で小さく、根本側に向って急激

からテーパエンドに相当する位置まで連続的に変化させたものである。

また、溝のねじれ角については、第11図に示すように先端の溝角を24°にした場合、同じ長さのドリルでも最小断面2次モーメント部Bの数から5箇所から4箇所に減るためのドリルの合成が増加するのでたわみが小さくなり穴位置精度は向上する。しかし円周方向の切削負荷が増加するためドリルの摩耗がやや早い場合両面板に適している。

第7図Bは上記ドリルのドリル先端の曲げ負荷とたわみの関係を示す。

第8図Bは同上ドリルで基板3枚重ねて穴明した場合の3枚目の穴位置精度と加工穴数の関係を示す。

さらに、第12図は前述の欠点を補うために溝のねじれ角をドリルの先端側で32°、根本側で20°にしたもので製作時に研削砥石の角度とドリルの回転送り角度に対してドリルの軸方向送りを $y = ax^n + b$ のようにコントロールして連続

的に変化させたものである。

第7図Cは上記ドリルのドリル先端の曲げ負荷とたわみの関係を示す。

第8図Cは向上ドリルで基板3枚重ねで穴明した場合の3枚目の穴位置精度と加工穴数の関係を示す。

穴明中のドリルのスラスト負荷は、先端角とねじれ角(切刃1番角)による切削分力とチゼル長を直径とする円面積分のチゼル部押圧力からなる。

先端角、切刃2番角、3番角を大きくとりすぎチゼル長がドリル直径の40%近くに達すると、穴明時に、ドリルに加わるスラスト負荷が大きくなる。このため切込速度を上げると多層板加工の際にドリルが屈曲して折れたり、摩擦熱により内層Cu箔と樹脂が剥離する。また、切刃長が短くなるため、加工された穴の内壁が粗くなったり、スミアの発生が多くなる。

しかし、ラジアル方向の分力が小さくなるため穴位置精度は改善される傾向にある。

板の製造が可能になる。

このため、大型コンピュータを始めとする電子機器の処理速度、耐ノイズマージンが大幅に向上し高性能化が可能となり、かつ、装置の小型化が可能となるなど工業上極めて有利となるなどの効果がある。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明のドリルの正面図、第2図は第1図の底面図、第3図は本発明のドリルの先端の拡大図、第4図は第3図の角度を変えた拡大図、第5図は本発明のドリルに負荷がかかったときのたわみを示す特性図、第6図はドリルによるステップ加工の工程図、第7図はドリル先端の曲げ負荷とたわみの関係を示す特性図、第8図は穴加工数と穴位置精度の関係を示す特性図、第9図、第10図はドリルの芯厚の形状を示す説明図、第11図は第5図のねじれ角を小さくした場合のドリルに負荷がかかったときのたわみを示す特性図、第12図は第5図のねじれ角を先端と根本部とを変えた場合のドリルに負荷がかかったときの

一方、これと逆に先端角、切刃、2番角、3番角を小さくし過ぎると前述の問題はなくなるが、穴位置精度は悪くなる傾向にある。

従って、ドリル径0.3mm~0.5mmのドリルでの最適な芯厚はドリル直径の10~28%、溝巾比は1.2~2.5、先端角は118°~140°、切刃2番角が15°~20°、3番角が25°~30°、ねじれ角が20°~35°が最適である。

#### [発明の効果]

本発明によれば、ステップ加工とエアジェット式の切粉除去機能を備えた穴明機に最適な高アスペクト比穴加工用ドリルが実用化できるので、小径の高アスペクト穴加工の信頼性が向上し、穴位置精度の良い、高品質穴を高効率に得ることができる。

また、小径化によってプリント基板の配線密度(channel/grid)を従来の1~2本から3~5本に向上でき、かつ、内層数、板厚を大幅(60層、80mm)に向上できるので高密度基

たわみを示す特性図、第13図はプリント基板穴明機の斜視図、第14図Aは従来のステップ加工方法を示す特性図、第14図Bは従来のステップ加工方法を示す工程図、第15図Aはエアジェット方式のプレッシャフトの正面断面図、第15図Bは第15図Aの使用状態を示す正面断面図、第15図Cは第15図Aのパッド部分を示す正面断面図、第15図Dは第15図Aの底面図、第16図Aは第15図Bにおけるエアの流れを示す拡大図、第16図Bは第15図Cのエアの流れを示す拡大図、第17図A、第17図Bは通常のプレッシャフトの使用状態を示す正面断面図、第17図Cは第17図Aの状態のときのエアの流れを示す拡大図、第17図Dは第17図Bの状態のときのエアの流れを示す拡大図、第18図Aはドリルにかかるスラスト方向の荷重と穴の深さとの関係を示す特性図、第18図B、第18図Cは第18図Aで加工された基板の穴表面を示す断面写真、第19図は従来のドリルに負荷がかかったときのたわみを示す特性図、第20図は従来のドリ

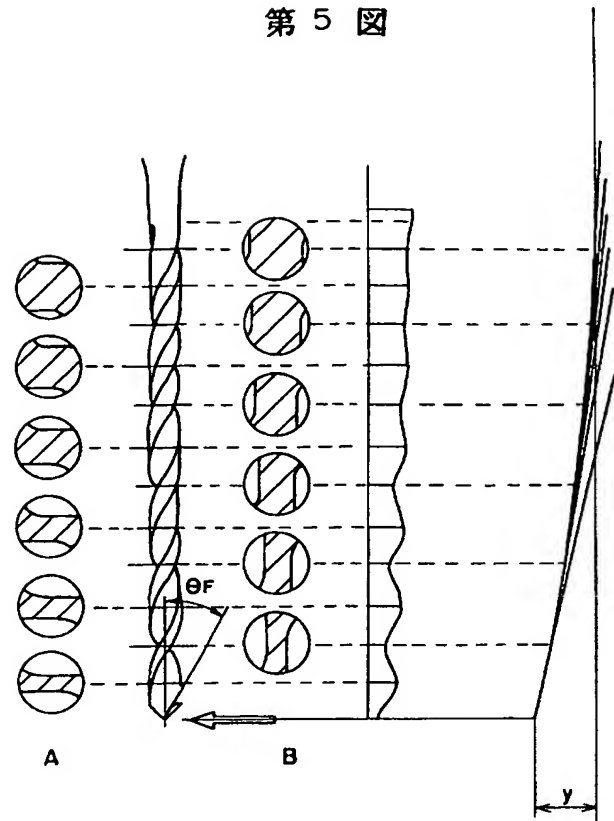


第 5 図

ルの先端の形状を示す拡大図、第 21 図は従来の他のドリルの先端の形状を示す拡大図である。

101...ベッド      102...テーブル  
103...コラム      104...スピンドルキャリジ  
105...加工ヘッド      106...スピンドル  
107...フレッシュアフト      108...ドリル  
109...プリント基板

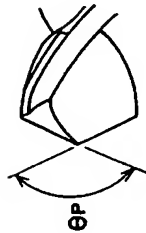
特 許 出 願 人      日 立 精 工 株 式 会 社  
代 理 人      弁 理 士      小 林      保  
同      大 塚      明      博



第 4 図

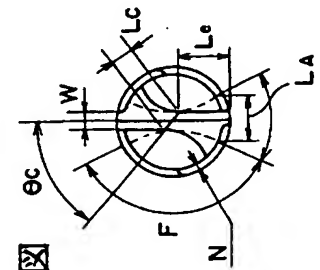
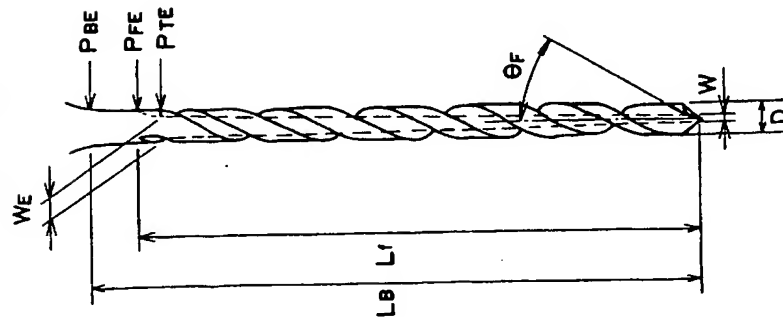


第 3 図



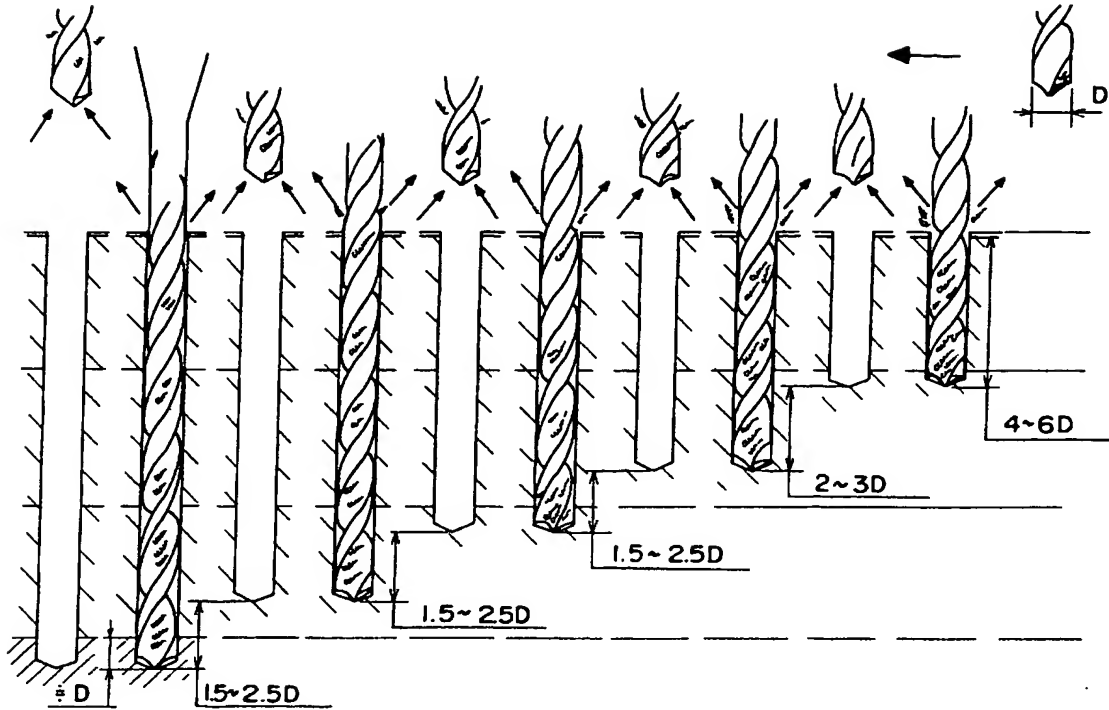
図面の符号

第 1 図

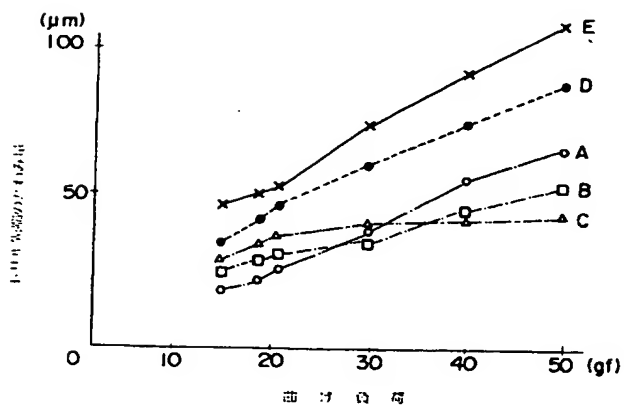


第 2 図

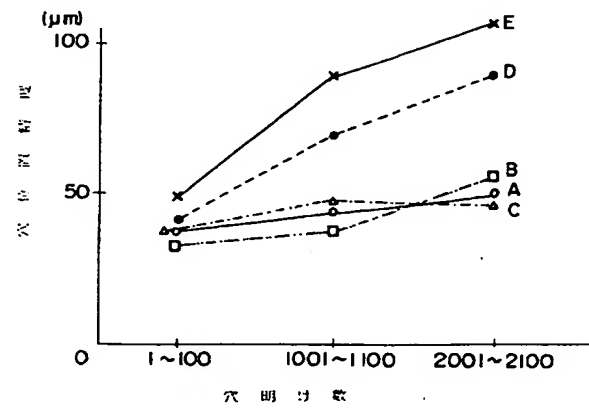
第 6 図



第 7 図

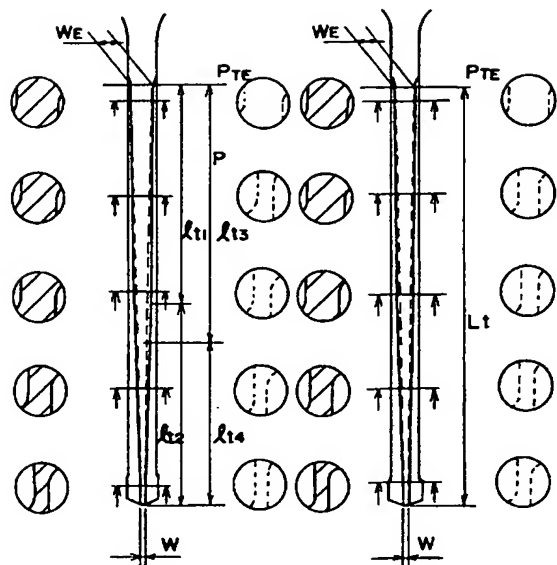


第 8 図

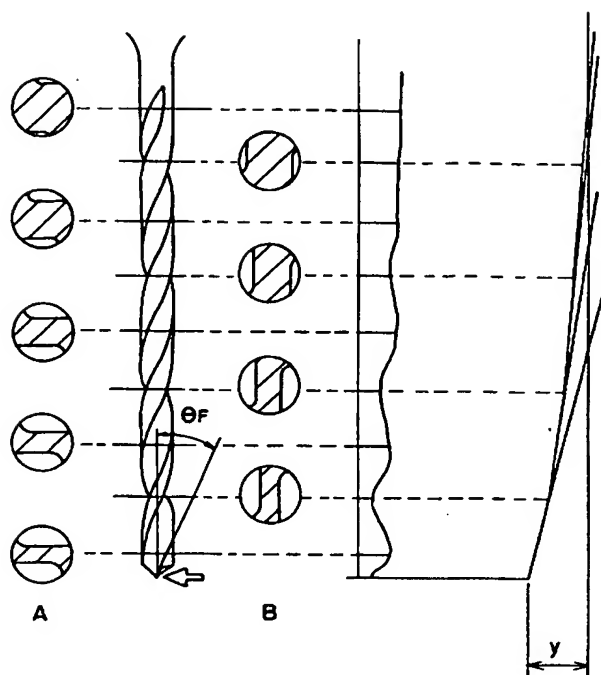


第 9 図

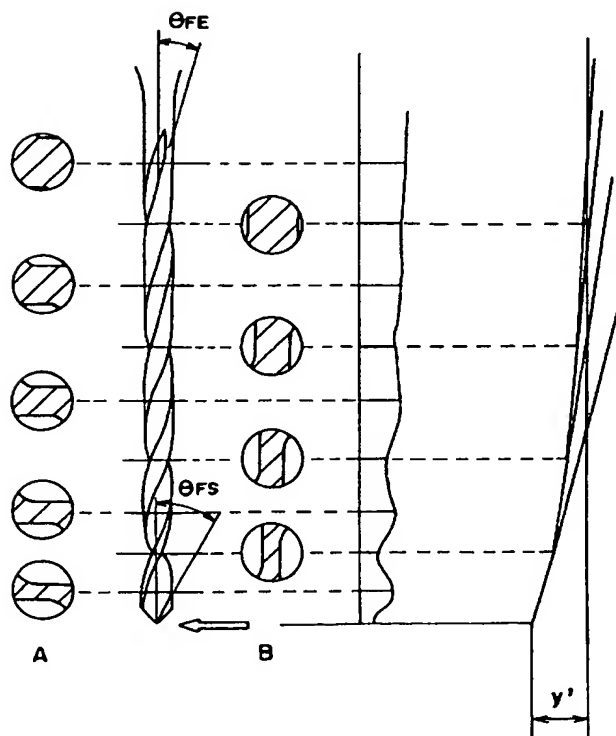
第 10 図



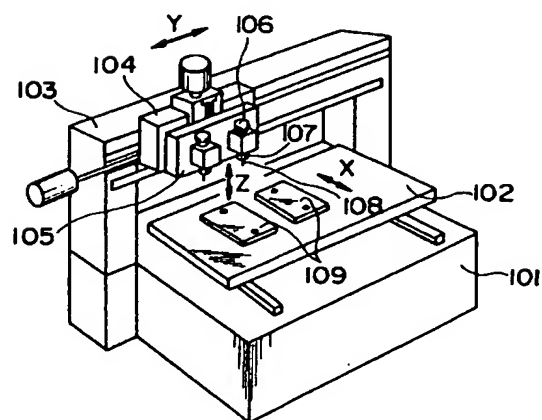
第 11 図



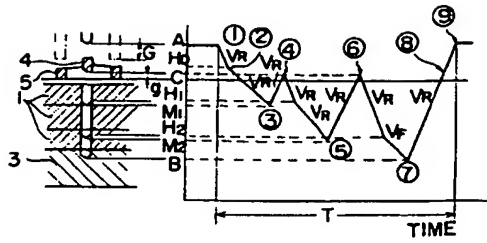
第 12 図



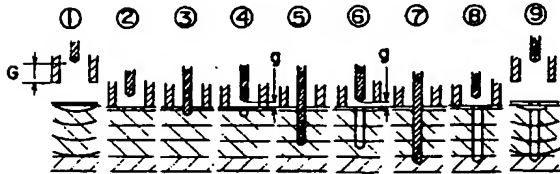
第 13 図



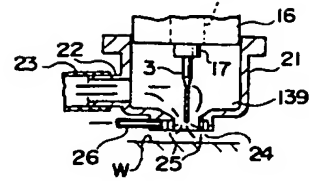
第14A図



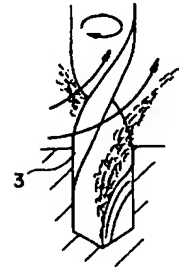
第14B図



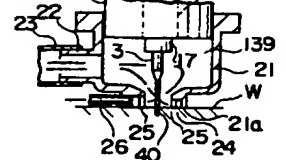
第15A図



第16A図



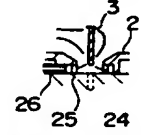
第15B図



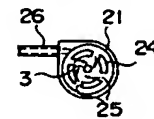
第16B図



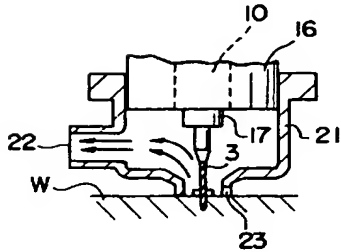
第15C図



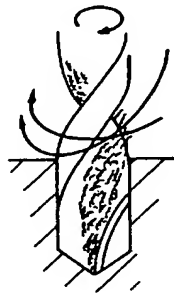
第15D図



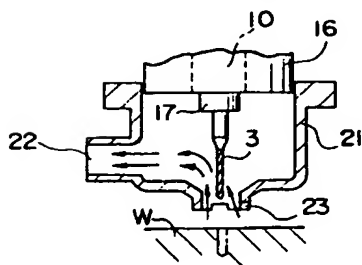
第17A図



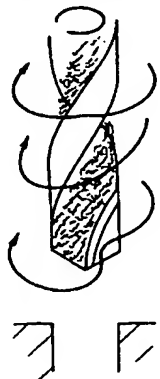
第17C図



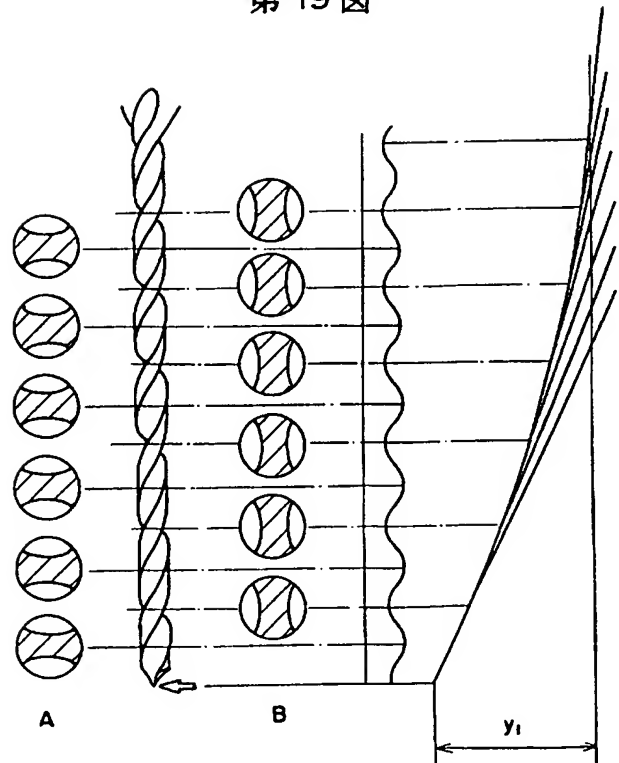
第17B図



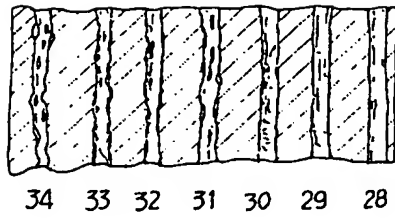
第17D図



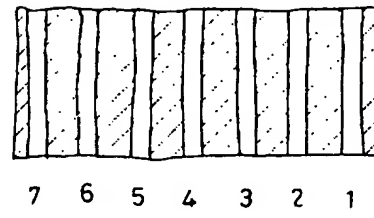
第19図



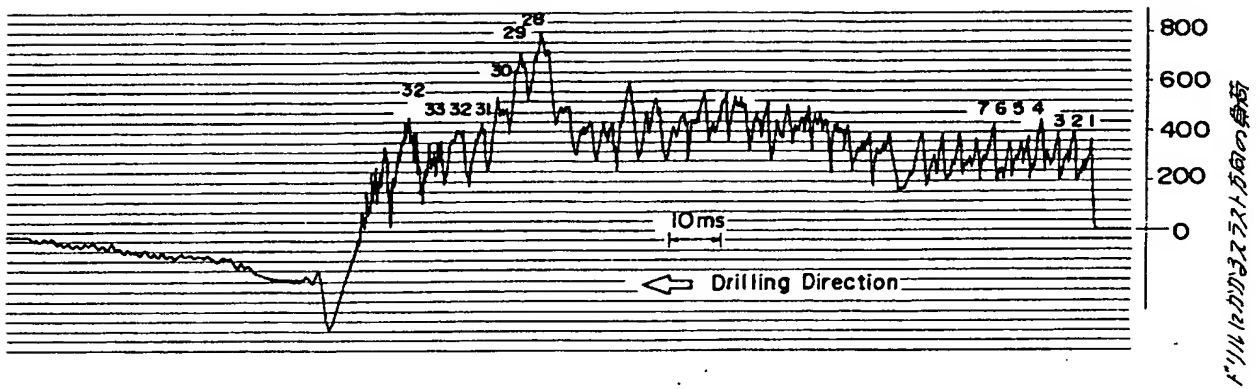
第18図C



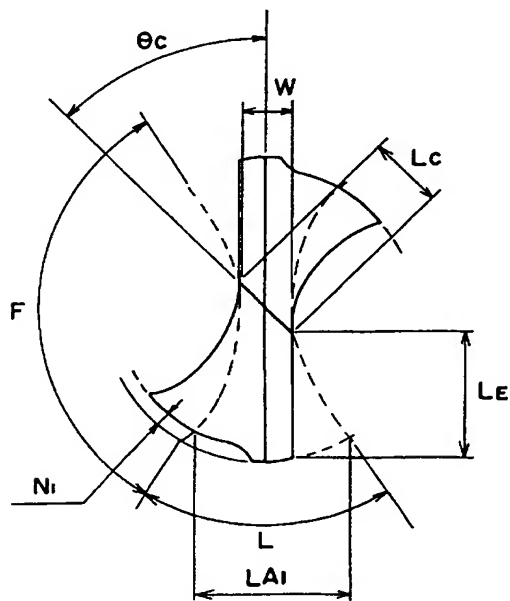
第18図B



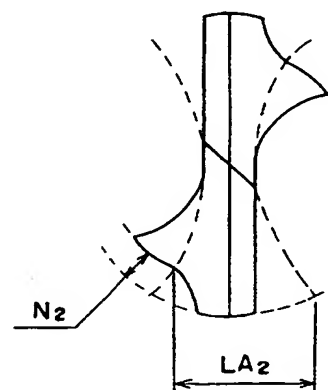
第18図A



第20図



第21図



手続補正書

平成2年6月28日

特許庁長官殿

1. 事件の表示

平成2年特許願第39317号

2. 発明の名称

ドリル及びドリルの製造方法

3. 補正をする者

事件との関係 特許出願人

住 所 神奈川県海老名市上今泉2100番地

名 称 日立精工株式会社

4. 代理人 〒101 電話(03)864-1448

住 所 東京都千代田区岩本町2-2-16玉川ビル6階

共 進 特 許 事 務 所

氏 名 (7595) 弁理士 小林 保

5. 拒絶理由通知の日付

起案日平成2年5月14日(発送日平成2年5月29日)

6. 補正の対象

(1) 明細書中図面の簡単な説明の欄

(2) 代理権を証明する書面

(3) 図 面

7. 補正の内容

(1) 明細書中第18頁第17行目乃至第19行目記

載の「第18図B、第18図Cは第18図Aで加工された基板の穴表面を示す断面写真、」を「第18図B、第18図Cは第18図Aで加工された基板の穴表面を示す断面説明図、」と補正する。

(2) 委任状を別紙の通り補正する。

(3) 第1図乃至第21図を別紙の通り補正する。